

Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

Detekce a analýza nebezpečných látek u HZS ČR

Student: Bc. Martin Grabovský

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ladislav Jánošík

Studijní obor: Technika požární ochrany a bezpečnost průmyslu

Datum zadání diplomové práce: 30.11.2009

Termín odevzdání diplomové práce: 30.4.2010

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně.

V Ostravě 30. dubna 2010

.....

ANOTACE

Grabovský, M.: Detekce a analýza nebezpečných látek u HZS ČR

VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2010, 51 stránek.

Klíčová slova: Detekce, analýza, detektor, nebezpečná látka

Autor se ve své diplomové práci zabývá problematikou přístrojů užívaných u Hasičských záchranných sborů ČR k provádění detekce a analýzy chemické látky u zásahu s přítomností nebezpečné látky. V jednotlivých kapitolách blíže popisuje jednotlivé běžně užívané detektory, jejich princip měření a nejčastější užití, princip měření nových analyzátorů GDA 2 a Ramanova spektrometru a jejich nejčastější užití. Dále se zabývá srovnáním využití stávajících detekčních přístrojů a analyzátorů GDA 2 a Ramanova spektrometru First Defender u Hasičského záchranného sboru ČR. Analyzátor GDA 2 a Ramanův spektrometr jsou nyní nejnovější přístroje, které Hasičské záchranné sbory mohou využívat pro detekci nebezpečných látek. Autor se také věnuje statistice zásahů na nebezpečnou látku a vybraným zásahům, kde byly výše uvedené přístroje využity pro detekci a analýzu nebezpečných látek.

ABSTRACT

Grabovský, M.: Detection and Analysis of Hazardous Materials in the Case of Fire and Rescue Service of the Czech Republic

VŠB – TU Ostrava, Faculty of safety engineering, 2010, 51 pages.

Keywords: detection, analysis, detector, hazardous substance

In this thesis the author deals with the problematic of devices used within Fire Rescue Services of the Czech Republic to detect and analyze chemical substance in case of interference with the presence of hazardous substances. In following chapters the various commonly used detectors are described including their measuring principle and the most common use, the measuring principle of the new analyzers GDA 2 and Raman spectrometer, and their most frequent use. Next part compares the usage of existing detection devices and analyzers GDA 2 and Raman spectrometer First Defender within Fire Rescue Services of the Czech Republic. GDA 2 analyzers and Raman spectrometer presently belong to the newest equipment Fire Rescue Services can use to detect hazardous substances. The author also deals

with statistics of interventions with hazardous substances and selects interventions, where the above listed devices were used to detect and analyse hazardous substances.

OBSAH:

Úvod	6
Rešerše	7
1. Nebezpečná látka a jejich dělení	10
1.1. Dělení nebezpečných látek	10
2. Rozdělení přístrojů a detekční principy	12
2.1. Dělení přístrojů	12
2.2. Detekční principy a jejich výhody a nevýhody	13
3. Statistika zásahů na nebezpečnou látku	16
4. Nejčastěji používané detekční přístroje u HZS ČR	18
4.1. Detekční přístroje ionizujícího záření	21
4.2. Detektory bojových látek	25
5. Analyzátory	28
5.1. Gas Detector Array 2 - GDA 2	28
5.1.1. Popis detektoru	30
5.1.2. Měření v režimu GDA	32
5.1.3. Měření v režimu PID	34
5.1.4. Měření v režimu IMS	35
5.1.5. Údržba a kontrola správné funkce přístroje	35
5.2. Ramanův spektrometr First Defender	36
5.2.1. Popis přístroje	38
5.2.2. Měření s přístrojem	39
5.2.3. Údržba a kontrola přístroje	41
6. Zásah na nebezpečnou látku	42
7. Srovnání přístrojů	46
Závěr	48
Literatura	50

Úvod

V dnešní společnosti, která žije ve 21. století, pokrok v průmyslu běží rychle kupředu a vznikají stále nové firmy a továrny, které ke své výrobě a provozu používají velké množství chemických látek a přípravků. Na našem trhu se nalézají obrovské množství různých chemických látek a výrobků, které nám slouží jako produkty pro běžný život. Tyto látky mohou být pro naše okolí velmi nebezpečné. Je proto zapotřebí je někde vyrobit, skladovat a přepravovat. Přeprava může probíhat po silnici, železnici a nebo jinými způsoby. To pro nás a okolí představuje velkou hrozbu v podobě havárie s únikem nebezpečné látky, která může ohrožovat životy a zdraví lidí, dále také jejich majetek a může mít vliv na životní prostředí.

Při dnešním provozu, kdy na silnicích projedou miliony aut, je taková událost možná. A proto je potřeba těmto událostem předcházet a to jak ve způsobu skladování tak i přepravy. Dojde-li již k havárii s nebezpečnou látkou, je potřeba rychlá detekce neznámé látky. A to z důvodu provedení včasné likvidace této látky a následného odstranění škod a následků.

Některé složky integrovaného záchranného systému jsou vybaveny různými detekčními přístroji, aby byli schopni v místě události určit o jakou nebezpečnou látku se jedná. Ve většině případů havárií budou na místě události provádět měření hasiči, kteří jsou k haváriím s nebezpečnou látkou povoláváni. Protože ne vždy lze detekovat látku na místě události, bývají povolány i jiné složky integrovaného záchranného systému, které jsou vybaveny jinými přístroji, jenž jsou vhodnějšími pro zjištění nebezpečné látky.

V této diplomové práci se budu zabývat přístroji, které se používají u jednotek Hasičského záchranného sboru České Republiky. Dále se budu věnovat postupu detekce a provádění zásahu s nebezpečnou látkou a zároveň popíšu nejnovější přístroje, které se u jednotek používají. Jedná se o Ramanův spektrometr a GDA 2.

Rešerše

Při přípravě své diplomové práce jsem vycházel z těchto informačních zdrojů:

Zákon 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, Praha 2003.

Tento zákon upravuje v souladu s právem Evropských společenství práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při klasifikaci a zkoušení nebezpečných vlastností, balení a označování, uvádění na trh nebo do oběhu při vývozu a dovozu chemických látek a chemických přípravků, při oznamování a registraci chemických látek, a vymezuje působnost správních orgánů při zajišťování ochrany zdraví a životního prostředí před škodlivými účinky chemických látek a přípravků.

Nařízení vlády 258/2001 Sb. kterými se stanoví postup hodnocení nebezpečných chemických látek a chemických přípravků, způsobu jejich klasifikace, označování a vydání seznamu dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek, Praha 2001

Toto nařízení nahrazuje Nařízení vlády č.25/1999 Sb. a zabývá se hodnocením nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsobem likvidace a označováním a vydává seznam nebezpečných chemických látek.

Vyhláška 247/2001 Sb. o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, Praha 2001

Vyhláška slouží k organizaci jednotek na úseku požární ochrany a určuje povinnosti a minimální vybavení jednotek požární ochrany.

IVANA BÁRTLOVÁ.: ***Nebezpečné látky I.*** 2 vydání edice SPBI spektrum 24, Ostrava 2005.

Publikace se zabývá problematikou nebezpečných látek, jejich značení při dopravě a legislativou.

MV – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR.: ***Časopis 112 – odborný časopis požární ochrany IZS a ochrany obyvatelstva číslo 1/2009***, Praha 2009.

Jedná se o odborný časopis, který se zabývá různou problematikou v oblasti požární ochrany.

MV – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR.: *Řád chemické služby HZS ČR*, Praha 2007.

Publikace se zabývá problematikou plnění úkolů chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky a vymezuje některé fyzikálně chemické pojmy.

Ing. TOMÁŠ ČAPOUN, Csc; plk.Ing. JANA KRAKORKOVÁ, Csc.: *Identifikace a stanovení nebezpečných plynů a par detektorem GDA 2*, Lázně Bohdaneč 2008.

Publikace se zabývá ukázkou a postupem při provádění detekce přístrojem GDA 2.

Ing. TOMÁŠ ČAPOUN, Csc; plk.Ing. JANA KRAKORKOVÁ, Csc.: *Terénní identifikace nebezpečných látek přenosným Ramanovým spektrometrem*, Lázně Bohdaneč 2008.

Publikace se zabývá aplikačními a detekčními možnostmi Ramanova spektrometru First Defender a popisem tohoto přístroje.

CHEMAGAZÍN s.r.o.: *Chemagazín číslo 6/2006, ročník XVI*, Pardubice 2006.

Časopis je zaměřen na chemicko-technologickou a laboratorní praxi. Obsahuje odborné články a informace týkající se výroby, výzkumu a vývoje, laboratorních postupů, legislativy, projekce a konstrukce chemických strojů a jiné.

Dalšími zdroji informací byly internetové stránky

<http://chromservis.cz/item/electrochemical?lang=CZ>

Jedná se o stránky firmy Chromservis, která se zabývá distribucí produktů mnoha předních zahraničních výrobců v oblasti laboratorních přístrojů, zařízení pro měření, odběr a zpracování vzorků, jejich extrakci a čištění. Především se zde nachází různé analytické přístroje, detektory plynů a jiné.

http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm

Jedná se o stránky, jejichž autor se zabývá jednotlivými principy analyzátorů.

http://www.draeger-safety.cz/STms/internet/site/MS/internet/CZ-cz/ms/Products/Detection/Portable/SingleGas/PacEx2/pd_pacex2.jsp

Jedná se o stránky firmy Dräger, která se zabývá výrobou a prodejem detekční techniky, dýchací techniky a dalších výrobků, které jsou určeny jak pro Hasičské záchranné sbory, tak i pro veřejnost.

<http://www.gasmonitors.cz/Detektory-plynu.html>

Jedná se o stránky firmy GES, která na českém trhu zastupuje zahraniční firmu a distribuuje různé detektory plynu pro jednotky HZS ČR. Na webových stránkách jsou uvedeny informace o jednotlivých detektorech.

<http://www.vf.cz/produkty/radiacni-kontrola-a-ochrana/laboratorni-a-prenosne-pristroje/radiometr-rp-2000.html>

Jedná se o stránky firmy zabývající se detekcí a vývojem detekčních přístrojů ionizujícího záření. Nalezneme zde ukázkou detekčních přístrojů, které Hasičské záchranné sbory používají.

<http://www.oritest-group.com/products.php>

Společnost Oritest se zabývá detekcí průmyslových látek, bojových látek, dekontaminací chemických kontaminantů, zejména bojových chemických látek. Nalezneme zde detekční principy měření bojových látek.

http://www.rmi.cz/index.php?ref=7&child_id=338

Jedná se o stránky firmy, která se zabývá dodávkou vědeckých, analytických a testovacích přístrojů a také detekčního přístroje GDA 2.

1. Nebezpečná látka a jejich dělení

Nebezpečné látky nebo nebezpečné přípravky, jsou látky nebo přípravky, které za podmínek stanovených zákonem 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přepravcích mají jednu nebo více nebezpečných vlastností, pro které jsou klasifikovány jako: výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí [11].

Seznam nebezpečných chemických látek je vydáván již od roku 1999 ve sbírce zákonů, v Nařízení vlády č. 25/1999 Sb. ve znění pozdějších předpisů v Nařízení vlády č. 258/2001, které stanovuje postup hodnocení nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsob jejich klasifikace a označování a vydává seznam dosud klasifikovaných nebezpečných látek [8]. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR uvádí zkrácený seznam nebezpečných chemických látek z uvedeného nařízení vlády na svých internetových stránkách.

1.1. Dělení nebezpečných látek

Nebezpečné látky podle zákona dělíme na:

- a) „výbušné: jimi jsou pevné, kapalné, pastovité nebo gelovité látky a přípravky, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu vzdušného kyslíku, přičemž rychle uvolňují plyny, které pokud jsou v částečně uzavřeném prostoru za definovaných zkušebních podmínek detonují, rychle shoří nebo po zahřátí vybuchují,
- b) oxidující: jimi jsou látky a přípravky, které vyvolají vysoce exotermní reakci při styku s jinými látkami, zejména hořlavými,
- c) extrémně hořlavé: jimi jsou kapalné látky a přípravky, které mají extrémně nízký bod vzplanutí a nízký bod varu, anebo plynné látky a přípravky, které jsou hořlavé ve styku se vzduchem při pokojové teplotě a tlaku,
- d) vysoce hořlavé: jimi jsou
 1. látky a přípravky, které se mohou samovolně zahřívat a nakonec se vznítí ve styku se vzduchem při pokojové teplotě bez jakéhokoliv dodání energie,
 2. pevné látky a přípravky, které se mohou snadno zapálit po krátkém styku se zdrojem zapálení a které pokračují v hoření nebo vyhořely po jeho odstranění,
 3. kapalné látky a přípravky, které mají velmi nízký bod vzplanutí,

4. *látky a přípravky, které ve styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečných množstvích,*
- e) hořlavé: jimi jsou látky nebo přípravky, které mají nízký bod vzplanutí,*
 - f) vysoce toxické: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží ve velmi malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,*
 - g) toxické: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží v malých množstvích způsobují smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,*
 - h) zdraví škodlivé: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží mohou způsobit smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,*
 - i) žíravé: jimi jsou látky nebo přípravky, které mohou zničit živé tkáně při styku s nimi,*
 - j) dráždivé: jimi jsou látky nebo přípravky, které mohou při okamžitém, dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemají žíravé účinky,*
 - k) senzibilizující: jimi jsou látky nebo přípravky, které jsou schopné při vdechování, požití nebo při styku s kůží vyvolat přecitlivělost, tak že při další expozici dané látky nebo přípravky vzniknou charakteristické nepříznivé účinky,*
 - l) karcinogenní: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat rakovinu nebo zvýšit její výskyt,*
 - m) mutagenní: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat dědičné genetické poškození nebo zvýšit jeho výskyt,*
 - n) toxické pro reprodukci: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vdechnutí nebo požití nebo průniku kůží mohou vyvolat nebo zvýšit výskyt nedědičných nepříznivých účinků na potomstvo nebo zhoršení mužských nebo ženských reprodukčních funkcí nebo schopností,*
 - o) nebezpečné pro životní prostředí: jimi jsou látky nebo přípravky, které při vstupu do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo pozdější nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí [11].”*

2. Rozdělení přístrojů a detekční principy

Dojde-li k závažné havárii s nebezpečnou, jak známou tak i neznámou chemickou látkou, je potřeba včas a přesně detekovat, o jakou látku se jedná, o jaké množství a jaká je její koncentrace v místě události. Pro zjištění potřebných informací jsou jednotky Hasičského záchranného sboru České republiky vybavovány různými přístroji pro detekci těchto látek. Vyhláška 247/2001 Sb. příloha 5 stanovuje minimální vybavení Hasičského záchranného sboru kraje požární technikou a věcnými prostředky požární ochrany, a hovoří tedy i o detekční technice, tzn. o prostředcích pro detekci plynů a nebezpečných koncentrací plynů a par (explozimetry), prostředcích pro detekci bojových chemických látek, indikátorech ionizujícího záření, o osobním operativním dozimetru a radiometru [10]. Další vybavení jednotek závisí na jednotlivých krajích.

2.1. Dělení přístrojů

Detekční přístroje můžeme rozdělit podle toho, jakou látku detekujeme, a zda se jedná o látku ve skupenství plynném, kapalném nebo pevném. Protože látky v kapalném nebo pevném stavu lze těžko identifikovat pomocí přenosných přístrojů, využívá se služeb chemických laboratoří, kdy se z místa události odebere vzorek a následně se v laboratoři provede analýza. Nejčastěji je Hasičský záchranný sbor vybaven detektory pro měření plynů a par. Tyto detektory můžeme rozdělit na:

- 1) Detektory toxických látek – toximetry: měří toxické plyny, což jsou ve své podstatě všechny sloučeniny a prvky v plynné formě,
- 2) Detektory koncentrace kyslíku- oxymetry: kyslík je obsažen v atmosféře země v koncentraci 20,9 % (obj.) a je nezbytný k našemu životu. Tyto detektory se používají k měření kyslíku v ovzduší,
- 3) Detektory výbušných plynů – explozimetry: měří meze výbušnosti. Hořlavé plyny a páry jsou definovány jako plyny, které mohou vytvořit výbušnou atmosféru. Jsou charakterizovány dvěma parametry- dolní a horní mezí výbušností. Dolní mez výbušnosti (DMV, anglická zkratka LEL) je definován jako nejnižší koncentrace plynu a par, kdy je ve směsi se vzduchem látka již výbušná. Horní mez výbušnosti (HMV, anglická zkratka UEL) je definována jako nejvyšší koncentrace plynu a par ve směsi se vzduchem, kdy je látka ještě výbušná [1],

- 4) Detektory ionizujícího záření – radiometry: provádí měření beta a gama záření. Získáváme hodnoty dávkového příkonu, dávky a aktivity (plošná, měrná, objemová). Dávka je charakterizována v poli záření, dávkový příkon je mírou rychlosti ozařování předmětů a aktivita je mírou množství radioaktivity v materiálech.

2.2. Detekční principy a jejich výhody a nevýhody

Každý přístroj obsahuje senzory, které jsou založeny na různém principu měření. V následující části budou uvedeny jednotlivé senzory, popis jejich detekčních principů, jejich výhody a nevýhody.

- a) Pellistor – pracuje na principu katalytického spalování a skládá se ze dvou spirálek tenkého platinového drátku zalitých v hliníkových perličkách a zapojených do Wheatsonova můstku. Jedna z perliček je impregnována speciálním katalyzátorem podněcujícím oxidaci hořlavých plynů (par), druhá je naopak upravena pro inhibici oxidace. Platinovými spirálkami prochází elektrický proud a ty se zahřívají na teplotu, při které dojde k oxidaci přítomných hořlavých plynů a par na katalyzátoru. Oxidační proces nadále zvyšuje teplotu hliníkové perličky s katalyzátorem, zahřívá platinovou spirálku a tím zvyšuje její elektrický odpor. To má za následek elektrickou nerovnováhu můstkového zapojení.

Výhodou tohoto senzoru je možnost měření až do 100 % dolní meze výbušnosti. Tyto senzory jsou levné a stabilní, mají rychlou odezvu menší než 10 sekund a pracovní rozsah teplot se pohybuje od -40 °C až +60 °C. Nevýhodou senzoru je, že pro svou činnost potřebuje minimálně 10 % (obj.) kyslíku v atmosféře a náchylnost na otravu katalyzátoru, čímž se snižuje jeho citlivost [13].

- b) Elektrochemický článek (gelový) – pracuje na principu elektrochemickém. Elektrochemický článek se skládá ze 2, 3 popř. 4 elektrod, které jsou umístěny v gelovém elektrolytu. Prostor s elektrolytem je oddělen od okolní atmosféry difúzní bariérou. Tou procházejí molekuly měřeného plynu, které reagují s elektrolytem. Na elektrodách dochází k oxidační a redukční reakci, která má za následek změnu potenciálu článku. Se vzrůstající koncentrací roste i potenciál.

Výhodou je, že pro běžné plyny se jedná o spolehlivé a cenově dostupné články. Nevýhodou je dlouhá odezva, řádově v minutách, náchylnost na poškození vysokou koncentrací plynů a závislost na teplotě, vlhkosti [14].

- c) Elektrochemický článek („mokrý“) – tento článek obsahuje systém 3 elektrod ponořených do roztoku elektrolytu. Mezi anodou a difúzní bariérou je tenký film elektrolytu, kde dochází k elektrochemické reakci. Se vzrůstající koncentrací roste i potenciál.

Výhodou je dlouhodobá životnost, rychlá odezva a vyšší citlivost. Nevýhodou je, že tato metoda je spíše určena pro stacionární aplikace [15].

- d) Infračervený (IR) – tento senzor využívá schopnosti plynů s více než jedním typem atomů absorbovat infračervené záření (CO, CO₂, CH₄, H₂O, SO₂, NO, NH₃). Plyn je detekován měřením absorpce na určité frekvenci infračerveného záření, která odpovídá vibracím nebo rotací molekulární vazby mezi rozdílnými atomy. S nárůstem koncentrace měřeného plynu se snižuje úroveň vstupního signálu z IR senzoru (logaritmická závislost). Výhodou tohoto senzoru je, že nepodléhá vlivům teploty ani vlhkosti, že má vysokou rychlost odezvy (menší než 7 sekund), že pro správnou činnost detektoru není zapotřebí přítomnosti kyslíku a že je imunní vůči katalytickým jedům a expozici vysoké koncentraci měřených plynů. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena [16].

- e) Fotoionizační (PID) – tento senzor pracuje na principu měření elektrického náboje vzniklého při ionizaci měřeného plynu. U většiny plynů lze určit tzv. specifický ionizační potenciál, který má jednotku [eV]. Měřený plyn je ionizován ultrafialovou zářivkou, což se projeví vznikem elektrického náboje. Ionizace plynu je však podmíněně skutečností, že ionizační potenciál plynu bude menší než hodnota potenciálu [eV] použité UV lampy. Vlastní senzor detekuje vzniklý náboj ionizovaného plynu a ten je převeden na elektrický proud, který je zesílen a převeden na koncentraci v jednotkách [ppm] anebo [ppb].

Výhodou je, že novější typy nepodléhají teplotním vlivům ani vlhkosti, dále že jedním detektorem můžeme měřit široké spektrum látek, vysoká citlivost senzoru a rychlost odezvy zhruba 3 sekundy. Senzor má také vysokou přesnost i při velice malých koncentracích. Nevýhodou je, že pro většinu sloučenin je nízká selektivita [4].

- f) Tepelně - vodivostní (TCD) – pracuje na principu porovnání tepelné vodivosti vzorku s referenčním plynem (obvykle vzduchem). Vyhřívaný termistor nebo platinové vlákno je vystaveno působení měřeného plynu, druhý identický měřený prvek je uzavřen v komůrce s referenčním plynem. Pokud je tepelná vodivost měřeného plynu vyšší než referenčního

plynu, má za následek změnu elektrického odporu a je měřitelná podobně jako u pellistoru.

Výhodou je vysoká citlivost u plynů s vyšší tepelnou vodivostí a vysoká rychlost odezvy. Nevýhodou je, že ne všechny senzory dávají lineární výstupní signál. Výstupní signál je značně ovlivněn okolní teplotou- plyny, které mají nižší tepelnou vodivost než vzduch, způsobují interference a plyny, které mají tepelnou vodivost blízkou 1,0 jsou neměřitelné (CO, O₂, N₂, NH₃ a jiné) [14].

- g) Kombinovaná elektrochemická cela (CEC) – je založena na principu elektrochemického článku s „mokrým“ elektrolytem. Navíc obsahuje čerpadlo a pyrolyzer, který zajišťuje tepelný rozklad sloučenin, jenž jsou elektrochemickým článkem nedetekovatelné. Elektrochemický senzor pak detekuje rozkládané produkty analyzovaného plynu.

Výhodou tohoto senzoru je, že umožňuje selektivní měření plynů, které nelze běžnými elektrochemickými články měřit. Nevýhodou je vysoká cena [14].

- h) Polovodičový – tento senzor na bázi oxidu kovu s polovodičovými vlastnostmi (např. SnO₂), je vyhříván na teplotu 300 až 400 °C pomocí topného vinutí. Kyslík ze vzduchu je absorbován na povrchu senzoru a stává se polovodičovým. Za přítomnosti jiných plynů jsou kyslíkaté molekuly nahrazovány molekulami těchto plynů a vodivost povrchu se mění. Výstupní signál je závislý na koncentraci plynu. Je vhodné spíše pro monitoring unikajícího plynu pro pracovníky plynářských firem.

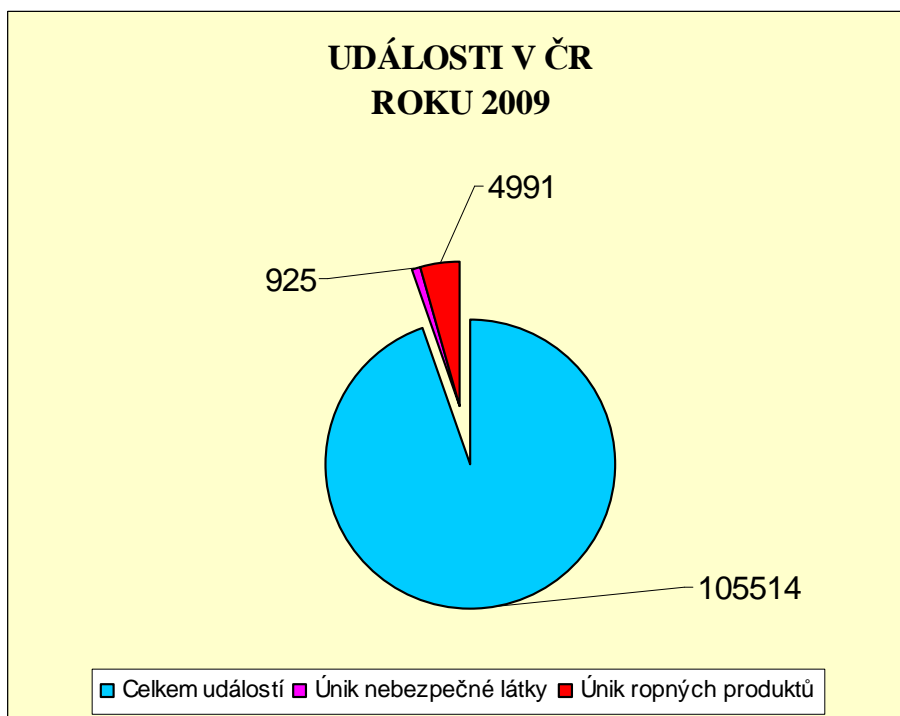
Výhodou je nízká pořizovací cena. Nevýhodou je, že přístroj je citlivý na změny teplot a tlaku, a že pro svou činnost potřebuje koncentraci kyslíku přibližně 18 %. Také jeho odezvy jsou pomalejší, řádově až v minutách [14].

Existuje další řada senzorů, kterými se nyní nebudu zabývat. A to z důvodu, že tyto senzory jsou určeny do laboratorních přístrojů užívajících se pro provádění důkladnějšího měření.

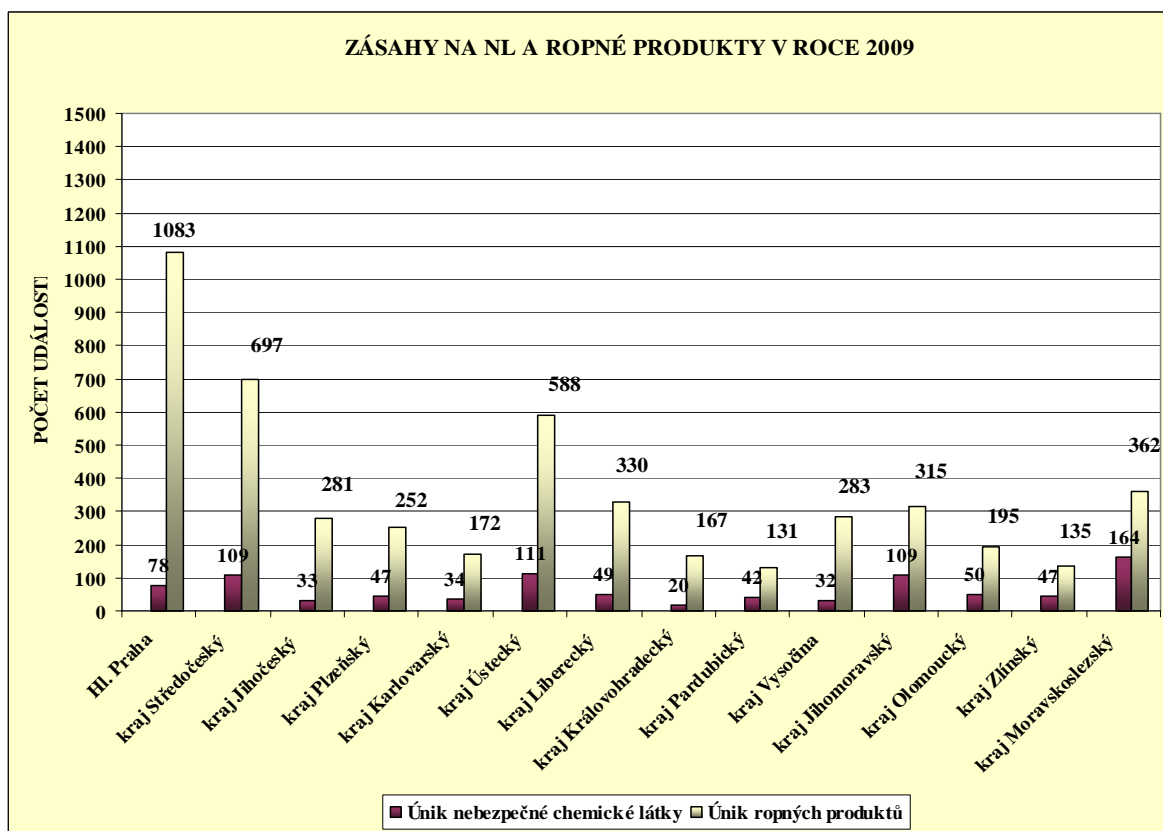
3. Statistika zásahů na nebezpečnou látku

V roce 2009 bylo oproti roku 2008 o 10 % méně zásahů na únik nebezpečné chemické látky a o 4 % méně zásahů na únik ropných produktů. V roce 2009 bylo celkem 925 událostí na nebezpečnou látku a 4991 zásahů na únik ropných prostředků a 0 zásahů na radiační nehody a havárie (viz graf č.1). Poslední zásah na radiační nehodu byl v roce 2006. I když počet zásahů na nebezpečnou látku se zdá k celkovému množství celkem 105 514 událostí v roce 2009 malý, toto číslo nelze brát na lehkou váhu, protože při zásahu na nebezpečnou látku jsou ve většině případů ohroženy životy a zdraví zasahujících hasičů, civilních osob a zvířat, které se v místě události vyskytují a zároveň je ohroženo životní prostředí. Při každém zásahu na nebezpečnou neznámou látku bylo využito různých detekčních přístrojů a analyzátorů pro identifikaci nebezpečné látky, popřípadě bylo využito služeb chemických laboratoří. Graf č. 2 uvádí počty zásahů na nebezpečnou chemickou látku a zásahů na únik ropných prostředků v jednotlivých krajích. Z uvedeného grafu je patrné, že je více zásahů na únik ropných produktů. I při těchto zásazích, je někdy zapotřebí provést identifikaci látky a změřit koncentraci plynů v okolí. V letech 2006 až 2009 dochází k nepatrnému poklesu počtu mimořádných událostí na únik nebezpečné chemické látky (viz graf č. 3).

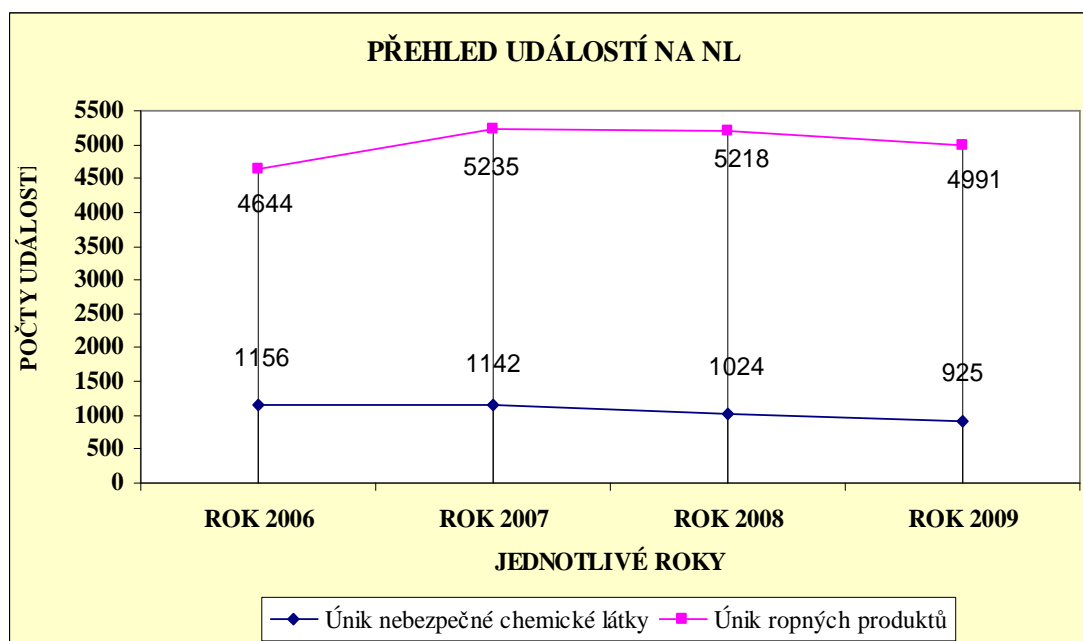
Graf č.1 – Události v ČR roku 2009



Graf č.2 – Četnost zásahů na nebezpečnou látku a ropné produkty v jednotlivých krajích v roce 2009



Graf č.3 – Počet událostí na nebezpečnou látku v letech 2006 až 2009



4. Nejčastěji používané detekční přístroje u HZS ČR

Detekční přístroje můžeme rozdělit do několika kategorií a to podle typu detekovaných látek. Nejčastěji se používají u Hasičských záchranných sborů plynne detektory, pomocí nichž se v místě události zjišťuje, jaká je koncentrace plynů a par a přítomnost nebezpečné plynne látky. Většina těchto detektorů jsou více plynové, tzn. že jimi lze detekovat více plynnych látek.

Nejčastěji používané přístroje jsou:

- 1) **Gas Alert Max** (viz obr.č.1) - jedno až čtyřplynový osobní měřicí přenosný přístroj určený pro měření koncentrace nebezpečných plynů v ovzduší a koncentrace výbušných plynů a kyslíku. Přístroj je vybaven LCD displejem, na kterém jsou zobrazovány veškeré naměřené hodnoty, čtyřmi tlačítky pro ovládání přístroje, akustickým i optickým alarmem, který se spustí při překročení povolených mezí. Senzory pracují na principu elektrochemickém. Novější přístroje ještě obsahují PID senzor. Přístroj je schopen pracovat při teplotách -20 °C až +50 °C, při vlhkosti od 5 % do 95 %. Pohotovostní doba je až 12hodin [19].



Obr. č.1 – Gas Alert Max

- 2) **Gas Alert Micro** (viz obr.č.2) – jedná se o víceplynový detektor. Tento přístroj může být osazen jedním až čtyřmi senzory. Dva senzory, kyslíkový a senzor pro měření LEL (Lower Explosive Limit), jsou v přístroji povinné, další dva senzory jsou libovolné. Detektor je vybaven LCD displejem, na kterém jsou zobrazovány hodnoty detekovaných plynů v reálném čase, alarmem akustickým i vibračním.

Senzory pracují na elektrochemickém principu. Přístroj je schopen pracovat při teplotách -20 °C až +50 °C, při vlhkosti od 5 % do 95 %. Pohotovostní doba přístroje je až 16hodin, pokud je napájen dvěma AA alkalinovými bateriemi [19].



Obr.č.2 – Gas Alert Micro

- 3) **Dräger X-am 1100, 1700, 2000** (viz obr.č.3) – tyto přístroje slouží pro detekci plynů v ovzduší, a to kyslíku, oxidu uhelnatého, sirovodíku a také pro detekci spodní meze výbušnosti LEL (Lower Explosive Limit). Senzory pracují na principu elektrochemickém. Přístroj se skládá z displeje, na kterém jsou zobrazovány veškeré naměřené hodnoty a dvou ovládacích tlačítek. Přístroj může pracovat při teplotách -20 °C až +50 °C a relativní vlhkosti vzduchu 10 % až 95 % [20].



Obr.č.3- Dräger X-am 2000

- 4) **Dräger PacEx 2** (viz obr. č. 4) – jedno nebo dvouplynový osobní měřicí přístroj určený pro zjišťování koncentrace hořlavých plynů (příp. kyslíku) v okolní atmosféře. Přístroj je vybaven LC displejem zobrazujícím měřenou koncentraci, světelnou, akustickou a vibrační signalizací při překročení nastavitelných alarmových úrovní, ovládacími tlačítky a sponou pro uchycení na opasek nebo oděv. Měření koncentrace hořlavých plynů probíhá difúzním způsobem pomocí katalytického senzoru, který je možné kalibrovat různými hořlavými plyny a parami v rozsahu od 0 do 100 % dolní meze výbušnosti, případně metanem v rozsahu až do 100 obj. % (v tomto případě senzor pracuje na principu tepelné vodivosti metanu). Pro měření koncentrace kyslíku je použito inteligentního elektrochemického senzoru. Zdrojem pro provoz je standardně dobíjecí NiMH baterie, která zajišťuje provoz nejméně 12 hodin. Přístroj je vybaven pamětí pro ukládání naměřených dat a jednoduchým menu pro obsluhu základních funkcí – zobrazení max. hodnot a kalibrací čistým vzduchem. Servisní funkce (kalibrace, nastavování alarmových úrovní a měřicích rozsahů) jsou v menu chráněny přístupovým heslem [17].



Obrázek č.4 – PacEx2

- 5) **Oldham MX21-Plus** (viz obr.č.5) – je určen pro detekci hořlavých a toxických plynů a par v ovzduší. Umožňuje identifikaci a stanovení koncentrace až 4 plynů vedle sebe pomocí výměnných čidel. Jeden senzor je vždy určen pro hořlavé plyny a další tři je možné stanovit podle vlastního výběru. Světelná (led diody) a akustická signalizace se aktivuje při překročení naprogramované koncentrace a

zobrazuje se na dvouřádkovém LCD displeji . Základní čidla detekují HCN, HCl, Cl₂, NH₃. Doba provozu je zhruba 12 hodin [18].



Obr.č.5 – Oldham MX21-Plus

- 6) **Dräger CMS** (viz obr.č.6.) – tento přístroj se používá k detekci nebezpečných látek v ovzduší. Princip měření je stejný jako u průkazníkových trubiček, ale změna zbarvení sorbentu v kapiláře je objektivně vyhodnocována na optoelektrickém principu. Výstupem je hodnota koncentrace látky v ovzduší zobrazená na LCD displeji v jednotkách [ppm]. Systém se skládá z analyzáru a čipů specifických pro měřený plyn. Tento přístroj se používá v případech, kdy známe unikající látku, ale potřebujeme zjistit její koncentraci. Provozní teplota je 0 °C až 40 °C a doba provozu je přibližně 7,5 hodiny.



Obr.č.6 - Dräger CMS

4.1. Detekční přístroje ionizujícího záření

K dalším detektorům můžeme zařadit přístroje, které jsou schopny měřit ionizující záření. Jedná se o záření, „jehož energie je natolik vysoká, že je schopna vyrážet elektrony z atomového obalu, a tím látku ionizovat. Ionizující záření se rozděluje na dvě skupiny: záření přímo ionizující tvořené elektricky nabitými částicemi (např. α , β^+ , β^- , protonové záření p^+), a

na záření nepřímo ionizující (rentgenové záření, záření γ neutronové záření), jehož kvanta nejsou elektricky nabitá a svou kinetickou energii předávají v látce nejprve nabitým částicím (většinou elektronům) a ty teprve přímými účinky na atomy látku ionizují [6].” Hovoříme o tzv. radiometrech. Při měření radioaktivity nás zajímá beta záření, gama záření a plošná aktivita, které je pro člověka velmi nebezpečné a lze se ji jen těžko bránit.

Nejčastěji používané detektory jsou:

- 1) **Radiometr DC-3E-98** (viz obr.7) – jedná se o elektronický přístroj přenosného provedení, který se skládá ze dvou částí: sondy a přístroje. Je určen k měření dávkového příkonu gama záření, zjišťování beta záření, k měření plošné aktivity povrchu kontaminovaného radioaktivními látkami a k měření měrné aktivity tekutých a sypkých materiálů kontaminovaných radioaktivními látkami. Sonda je s přístrojem propojena pomocí kabelu s třípolovým konektorem. Ve spodní části sondy jsou namontovány ližiny s vysunovatelnou clonou, která slouží k odstínění záření beta a kryje ochrannou mřížku se silikonovým výpletem chránícím okénko detektoru. Detektor má zvukovou indikaci. Rozsah měření pro gama záření je od 0 $\mu\text{Gy/h}$ do 10 mGy/h , pro plošnou aktivitu od 0 Bq/cm^2 do 30 000 Bq/cm^2 . Přístroj pracuje při teplotách od -10 $^{\circ}\text{C}$ až +50 $^{\circ}\text{C}$ a 80% trvalé relativní vlhkosti vzduchu a 95% krátkodobé relativní vlhkosti vzduchu.



Obr.č.7 – Radiometr DC-3E-98

- 2) **Radiometr RP-2000** (viz obr.8) – je určen pro měření dávkového příkonu od úrovně přírodního pozadí až do hodnoty 10 Gy/h , plošné aktivity až do hodnoty 30000 Bq/cm^2 a vyhledávání radioaktivních nebo zamořených předmětů. Radiometr se skládá ze dvou částí, a to detekční jednotky a vyhodnocovacího přístroje. Detekční jednotka je s přístrojem propojena pomocí kabelu s konektorem

nebo přímo konektorem. Součástí je digitální grafický displej rozdělený na tzv. bar graf, panel s ovládacími prvky a zobrazení volitelné měřené veličiny. Přístroj měří v režimu indikátor nebo v režimu měření. Signalizace je zvuková. Na spodní straně je vysunovatelná clona sloužící k odstínění beta záření [21].



Obr.č.8 – Radiometr RP-2000

- 3) **Radiometr DC-3H-08** (viz obr.9) – je přístroj měřící gama záření, beta záření a plošnou aktivitu. Lze ho využít i jako indikátor pole ionizujícího záření gama. Radiometr je složen ze dvou samostatných dílů, detekční a vyhodnocovací jednotky. Detekční jednotka obsahuje desky s elektronikou detektorů, držadlo s připojením vyhodnocovací jednotky, vypínač a bateriové napájení. Vyhodnocovací jednotka obsahuje řídicí jednotku s procesorem a pamětí, pět ovládacích tlačítek, displej, barograf a dva bzučáky. Vyhodnocovací jednotka je propojena čtyřmi pružnými kontakty a je možno ji od detekční jednotky oddělit. Komunikace mezi detekční a vyhodnocovací jednotkou probíhá pomocí bluetooth. Na spodní straně detektoru se nalézají ližiny, které slouží k odstínění beta záření. Při otevřené cloně měříme beta i gama záření. Při měření si můžeme nastavit několik režimů: režim vyhledávání, kdy je odezva měřidla rychlá, režim měření s pomalejší odezvou. Přístroj pracuje při teplotách od $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozsah měření ve vzduchu je od $0,1\mu\text{Gy/h}$ do 10mGy/h , při prostorovém dávkovém ekvivalentu od $100\mu\text{Sv/h}$ do 1Sv/h a při měření plošné aktivity od $0,3\text{ Bq/cm}^2$ do 30kBq/cm^2 . Přístrojem lze zjistit i akumulovanou dávku záření gama od zvoleného okamžiku až do hodnoty 999 Sv . Veškeré naměřené hodnoty se zobrazují na displeji [5].



Obr.č.9 – Radiometr DC-3H-08

- 4) **GI3-H** (viz obr.10) – jedná se o indikátor ionizujícího záření, který nás pouze informuje o přítomnosti záření gama jehož energie je vyšší než 50 eV. Přístroj je nastaven na hranici 10 μGy , kdy se spustí alarm akustický i optický (dioda se rozsvítí červeně). Přístroj je napájen 6V/300mA baterií. Je odolný proti prachu a stříkající vodě. Indikátor je neustále v provozu a nelze vypnout. Je tedy nutné jej jednou za 14 dnů nechat nabít [22].



Obr.č.10 – Indikátor GI3-H

- 5) **UltraRadiac URAD 115** (viz obr.11) – tento přístroj se u zásahu používá jako indikátor přítomnosti zdrojů záření gama. Dále slouží k měření příkonu dávkového ekvivalentu pro účely stanovení doby pobytu zasahujících a lze jím určit nebezpečnou a bezpečnostní zónu. Na přístroji lze nastavit dvě úrovně signalizace pro dávku a dávkový příkon, kdy dolní úroveň se nastavuje jako výstražná signalizace a horní úroveň jako limitní.



Obr.č.11 – Urad 115

4.2. Detektory bojových látek

Ve světě se můžeme setkat s různými druhy bojových látek, které mají různé účinky, například nervově paralytické (sarin, soman, tabun, VX), zpuchýřující (yperit, lewisit), všeobecně jedovaté (chlorkyan, difosgen), dusivé, dráždivé a psychoaktivní. Tyto látky se mohou nacházet v plynném, kapalném nebo pevném skupenství. Díky svému přímému toxickému působení na živé organizmy mohou způsobit smrt, dočasné zneschopnění nebo trvalou újmu na zdraví lidí nebo zvířat a také může ničit rostliny a životní prostředí. Z tohoto důvodu je potřeba umět detekovat tyto látky.

Nejčastěji používané detektory jsou:

- 1) **Detehit** (viz obr.12) – jedná se o jednoduchý prostředek určený ke zjišťování přítomnosti nervově paralytických bojových chemických látek ve vzduchu, ve vodě, v půdě, v potravinách a na různých površích předmětů. Detekce se provádí pomocí plastového proužku, který na jednom konci obsahuje bílou bavlněnou tkaninu (reakční zónu), papírovou zónu se substrátem a žlutou bavlněnou tkaninu. Při detekci se provede stěr a plastový proužek v půlce ohneme tak, aby došlo k dotyku bílé a žluté tkaniny. Pokud se bílá část zbarví, můžeme přítomnost látek vyloučit. Citlivost je závislá na měřené látce a okolním prostředí. Provozní teplota je od 0 °C do +40 °C [23].



Obr.č.12 – Detehit

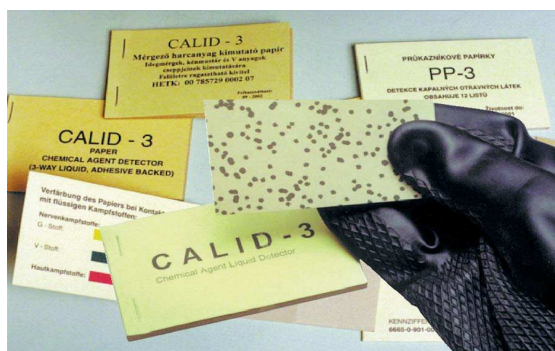
- 2) **Průkazníkové trubičky** – jsou určeny k detekci bojových chemických látek pomocí chemického průkazníku CHP-71 (viz obr. 13) anebo ruční pumpičky. Trubičky obsahují chemická činidla, která se při reakci s určitou bojovou chemickou látkou výrazně zbarví. Na základě porovnání zbarvení náplně průkazníkové trubičky s etalonem na obalu lze zjistit druh bojové chemické látky a její přibližnou koncentraci. Je-li trubičkami prosáván čistý vzduch, nedochází k znehodnocování trubiček. Jejich náplň je stálá a ke změnám dochází až s přítomností bojové látky.

- 3) **Chemický průkazník CHP-71** – je přístroj určený k zjišťování přítomnosti bojových chemických látek nervově paralytických, všeobecně jedovatých, zpuchýřujících a dusivých ve vzduchu. Umožňuje pomocí zvláštního nástavce zjišťovat kontaminaci odebraných pevných nebo sypkých vzorků. Přístroj nasává vzduch přes vstupní filtr, který ho zbaví hrubých nečistot. Vzduch dále proudí do průtokoměru a do trubiček umístěných vedle sebe. Po průchodu průkazníkovými trubičkami je vzduch nasáván čerpadlem a přes výstupní filtr odchází zpět do atmosféry. Je-li teplota nižší než 15 °C, je potřeba průkazníkové trubičky zahřívat. Přístroj je napájen čtyřmi monočláanky 1,5V nebo pomocí palubní sítě vozidla 12/24V [24].



Obr.č.13 – Chemický průkazník CHP-71

- 4) **Průkazníkové papírky PP-3** - jsou určeny k detekci a rozlišení kapalných bojových otravných látek, nervově-paralytických a zpuchýřujících látek (viz obr.č.14). Dodávají se v samolepícím provedení ve formě sešitku s vytrhávacími listy. Po dopadu kapek bojové otravné látky na povrch papírku dochází k jejich vsakování a reakci s detekčním činidlem, přičemž látky všeobecně jedovaté, látky dusivé a zpuchýřující poskytují odlišné zbarvení.



Obr.č.14 – Průkazníkové papírky PP-3

5. Analyzátory

V roce 2008 byly na jednotlivé Hasičské záchranné sbory krajů dodány nové přístroje: GDA 2 (Gas Detector Array 2) a Ramanův spektrometr First Defender. Jedná se o přenosné přístroje sloužící pro přesnou charakterizaci a identifikaci látek anebo pro přesné stanovení koncentrace látek v odebraném vzorku. GDA 2 slouží k detekci plyných nebezpečných chemických látek a bojových plynů. Ramanův spektrometr se využívá k identifikaci kapalných nebo pevných neznámých nebezpečných chemických látek.

Přístroje využívají nejnovější technologie čidel a jejich kombinací. Dříve se obdobné přístroje využívaly pouze v laboratoři a v armádě. Je třeba podotknout, že přenosné přístroje nejsou schopny nahradit ty laboratorní, které pracují na odlišných principech.

5.1. Gas Detector Array 2 - GDA 2

Jedná se o přenosný detektor (analyzátor) k určení (identifikaci) nebezpečných plynů, bojových otravných látek a jiných nebezpečných látek v ovzduší. Zařízení může pracovat v terénu ve stacionárním nebo mobilním režimu. Pomocí Gas Detector Array 2 (dále jen GDA 2) lze provádět detekci neznámé nebezpečné látky v ovzduší. Světelná a akustická výstražná signalizace informuje obsluhu o přítomnosti nebezpečné látky. Dále můžeme identifikovat a stanovit typ bojové látky, monitorovat ovzduší za účelem detekce nebezpečných chemikálií a provádět detekci z kontaminovaných povrchů.

Detektor GDA 2 je schopen identifikovat pouze určité látky, které se nacházejí v seznamu identifikovatelných látek v knihovně přístroje. Detekovat lze i nebezpečnou látku, která se v databázi knihovny nenalézá a to podle signálu na určitém kanálu.

Tento přístroj pracuje na čtyřech následujících detekčních principech:

- spektrometrii pohyblivosti iontů (zářič Ni^{63}) – IMS,
- fotoionizační detekci (10,2eV) - PID,
- detekci elektrochemickým článkem - EC,
- detekci polovodičovými čidly - SC.

Tyto detekční principy byly blíže vysvětleny v kapitole 2.2.

Nebezpečná látka se vyznačuje při dané koncentraci určitým signálem v některých z uvedených čidel. Software přístroje vyhodnotí určitý poměr signálů v jednotlivých dílčích senzorech, porovná je s daty uložených v knihovně a přiřadí nejpravděpodobnější strukturu látky, včetně jednoduchých směsí. Na základě intenzity signálů určí koncentraci látek

v ovzduší. Kombinaci signálů na jednotlivých čidlech pro analyzované látky nalezneme v tabulce č.1.

Abychom zamezili znečištění detekční komory vysokými koncentracemi nebezpečných látek je detektor vybaven automatickým ředícím systémem, který reguluje ředění měřeného vzorku plynu podle skutečně naměřeného signálu. Dalším systémem pro ochranu proti nadměrnému množství škodlivých látek je promývací proces Clearing Mode, kdy je do přístroje přiváděn pouze okolní vzduch čištěný přes filtry. Tento přístroj se při spuštění před samotným měřením sám čistí. Signál, který nám látka poskytuje na základě výše uvedených měřících principů, je měřen na osmi kanálech (viz tabulka č.2) [25].

Tabulka č.1- Kombinace signálů na jednotlivých čidlech pro analyzované látky a koncentrační limit

Látka	Koncentrační limit	Typ senzorů	Látka	Koncentrační limit	Typ senzorů
Acetin Acid	20	IMS, SC	Hydrogen cyanide	5	IMS, EC
Acetone	500	IMS, PID, SC	Hydrogen fluoride	5	EC
Acroleine	0,2	SC	Hydrogen sulfide	10	IMS, EC
Acrylonitrile	20	IMS, SC	Methanol	500	IMS, SC
Ammonia	50	IMS,SC,EC	Nitrogen dioxine	1	IMS
Benzene	20	PID, SC	Phosgene	0,1	EC
Carbon dioxide	10000	-	Phosphine	0,5	EC
Carbon disulfide	10	IMS	Styrene	40	IMS, PID, SC
Carbon monoxide	100	SC	Sulfur dioxide	1	IMS, EC
Chlorine	1	IMS, SC	Tetrachlorethylene	100	IMS, EC
Chlorbenzene	100	PID, SC	Toluene	100	PID, SC
Chlorocyane	0,3	IMS	Toluene diisocyanate	0,02	IMS
Hydrazine	1	IMS	Trichloroethane, 1,1,1-	300	IMS
Ethanol	3000	IMS, PID,SC	Trichloroethane, 1,1,2-	25	IMS
Formaldehyde	1	SC	Trichloroethylene	100	IMS, PID
Hexane	200	PID, SC	Vinyl chloride	100	PID, SC, EC
Hydrogen chloride	5	IMS, EC			

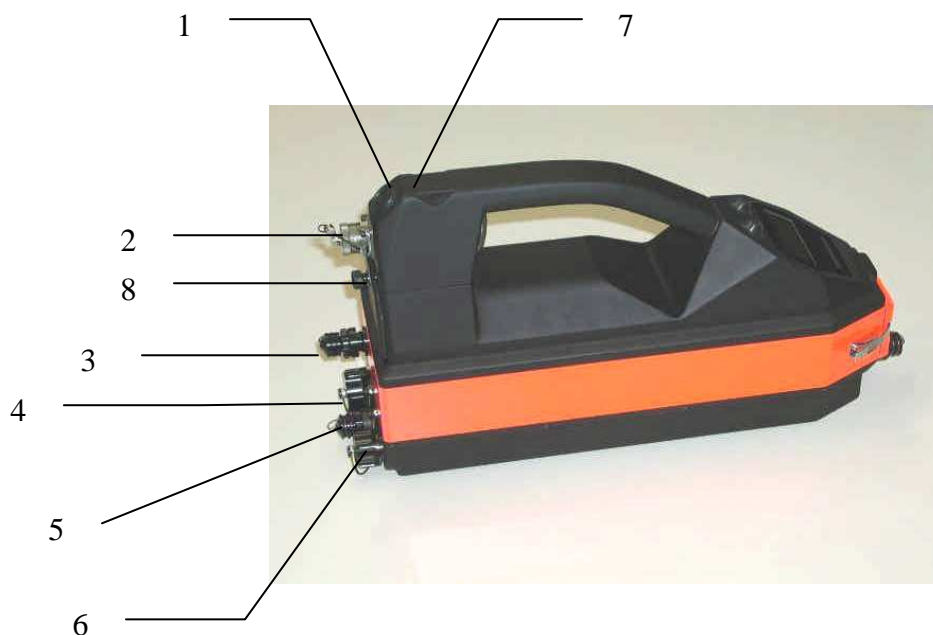
5.1.1. Popis detektoru

Na přední straně přístroje (viz obr. č. 14) se nachází otvor pro vstup vzorku, kryt čidel, oko pro uchycení popruhu, displej a dvě tlačítka, kterými se přístroj ovládá. Levé tlačítko (z pohledu shora) slouží pro volbu funkce z menu zobrazeného na displeji a pravé tlačítko slouží pro potvrzení vybrané volby. Na horní straně rukojeti je vypínač pro zapnutí a vypnutí přístroje a druhé oko pro uchycení popruhu. Zespolu držáku je umístěn reproduktor pro akustickou signalizaci varovného signálu. V horní polovině zadní části přístroje (viz .obrázek č. 15) je umístěn konektor pro rozhraní RS 232 (připojení k počítači) a napájení ze sítě, pod ním se nachází vstup do bateriového prostoru. Pod tímto prostorem je vstupní otvor nulového plynu. V dolní části zadní stěny je uprostřed vyústěn výstupní otvor měřeného plynu, vlevo od něho prostor vysoušecího filtru vstupního vzduchu a vpravo prostor filtru nulového plynu.



Obr.č14 – Detektor GDA 2- popis přední části

1. Otvor vstupu vzorku
2. Oko pro uchycení popruhů
3. Displej
4. Levé tlačítko pro volbu funkce
5. Pravé tlačítko pro potvrzení zvolené funkce
6. Kryt čidel
7. Reproduktor pro akustickou signalizaci



Obr.č15 – Detektor GDA 2- popis zadní části

1. Tlačítko ON/OFF
2. Konektor pro rozhraní RS 232 a napájení ze sítě
3. Vstup nulového plynu
4. Prostor pro vysoušecí filtr
5. Výstupní otvor měřeného plynu
6. Prostor pro filtr nulového plynu
7. Oko pro uchycení popruhu
8. Bateriový prostor

Technická data přístroje:

Rozměry: 395x112x210 mm,

Hmotnost: 4,8kg (včetně baterie),

Napájení: - interní: LI akumulátor,
 - externí: adaptér 230V,
 - příkon 30 W,

Vzorkovací systém: interní čerpadlo s průtokem 1 l/min, s automatickým ředěním.

Přístroj je třeba chránit před extrémními teplotami a nárazy. Přestože je přístroj vyroben k užití v agresivním a vlhkém prostředí, je zakázáno nalévat či kapat do něj jakékoliv kapaliny, nasávat kapaliny a kouř. Detektor nesmí být vystavován vysokým koncentracím

nebezpečných plynů a par, proto se detekce provádí v blízkosti hranice nebezpečné zóny. Po vystavení přístroje vysoké koncentraci je potřeba jej vyčistit, což může trvat i několik hodin.

Přístroj obsahuje měřicí trubici se zdrojem radioaktivního záření pro ionizaci měřeného vzduchu. V případě poškození měřicí trubice a pneumatického modulu může dojít ke kontaminaci materiálu, prostředí a osob. Měřicí trubice nesmí být otevírána. Uzavřením všech vstupů a výstupů ochrannými kryty se prodlužuje životnost přístroje [2].

5.1.2. Měření v režimu GDA

Máme-li přístroj připraven k měření, zapneme jej jedním stisknutím zapínacího tlačítka. Na displeji se postupně objevují nápisy informující o typu a verzi přístroje, o zahřívání přístroje a parametry spektrometru pohyblivosti iontů. Mohou se objevit i varovná upozornění, že je uzavřen některý z otvorů, že je plná paměť přístroje anebo informace o vypnutém akustickém alarmu. Zapnutí je ukončeno přechodem do promývacího procesu, kdy bliká vizuální alarm a na displeji se objeví nápis Cleaning Mode a na pravé straně displeje z pohledu měření se objeví svislý nápis AXCM. Proces zapnutí trvá přibližně 45 s.

Pokud se objeví pozitivní signály na kanálech (viz tabulka 2), je potřeba před zahájením měření provést nulování přístroje. Pomocí pravého tlačítka vstoupíme do menu, levým tlačítkem označíme nápis BASELINE a volbu potvrdíme stisknutím pravého tlačítka. Na displeji se objeví hlášení o probíhající nulu. Po jeho ukončení se přístroj automaticky vrátí do promývacího procesu.

Tabulka č.2 - Měřicí kanály a principy detekce GDA 2

Kanál	Detekce	Látky poskytující hlavní signál
A	Spektrometrie pohyblivosti iontů, pozitivní mód, ionty s nižší pohyblivostí než reakční iont	Amoniak
B	Spektrometrie pohyblivosti iontů, negativní mód, ionty s nižší redukovanou pohyblivostí než reakční iont	zpuchýřující bojové otravné látky, nízké chlorované uhlovodíky, anorganické kyselé plyny, chlor
C	Spektrometrie pohyblivosti iontů, pozitivní mód, ionty s vyšší redukovanou pohyblivostí než reakční iont	nervově paralytické bojové otravné látky, organofosfáty karboxylové kyseliny, hydrazin, aldehydy
D	Spektrometrie pohyblivosti iontů, negativní mód, ionty s vyšší redukovanou pohyblivostí než reakční iont	zpuchýřující bojové otravné látky, oxid siřičitý
E	1. polovodičové čidlo	Alkoholy
F	2. polovodičové čidlo	alkoholy, alifatické uhlovodíky
G	Elektrochemický článek	fosgen, fosfin, hydrazin
H	Fotoionizační	alifatické, aromatické a chlorované uhlovodíky, hydrazin, deriváty, ketony

Pokud jsme provedli všechny výše zmíněné úkony, můžeme započít měřit. V režimu GDA můžeme provádět monitorování zdrojů. Přístroj vždy začíná měřit na největším ředění látky. Režim se nastavuje při měření neznámých látek a jejich koncentrace v ovzduší pomocí funkce MON SOURCE, kterou nalezneme v menu a dvakrát potvrdíme pravým tlačítkem. Na displeji se objeví jednotlivé kanály A až H formou sloupcového diagramu a signály na nich. Jsou-li signály nízké, ředění se automaticky postupně snižuje. V případě úspěšné identifikace látky se na displeji objeví název látky a příslušná koncentrace v ppm, která je pouze orientační. Dále můžeme provádět monitorování prostředí, kdy se měří neředěný vzorek vzduchu. Toto měření se nastaví pomocí funkce MON ENVIR v menu a potvrzením dvojím

stiskem pravého tlačítka. Na displeji se objeví ředění AX 1. Ředění lze také upravovat manuálně. Z promývacího procesu se do měřicího módu dostaneme pomocí stisknutí levého tlačítka, kterým lze postupně měnit ředění a naopak lze stejným způsobem přejít z měřicího módu do čistícího módu.

Jsou-li koncentrace látky vzorku příliš vysoké, přístroj automaticky přechází do promývacího procesu a po vyčištění zpět do nastaveného módu. Opět je-li identifikace látky úspěšná, objeví se na displeji písemný symbol identifikované látky a její koncentrace, která je orientační.

Chceme-li přístroj po ukončení vypnout, je nezbytné nechat jej zapnutý ještě po dobu minimálně 15 minut v promývacím módu. Potom se přístroj může vypnout dvojím stisknutím zapínacího tlačítka. Z bateriového prostoru se vyjme akumulátor a kryt se uzavře. Aby nedocházelo k znečišťování filtrů je potřeba pomocí zátek uzavřít vstupní otvor, výstupní otvor a vstupní otvor nulového plynu [25].

5.1.3. Měření v režimu PID

Pro přesnou identifikaci nebezpečných látek v ovzduší využíváme režim měření samostatným fotoionizačním detektorem PID. Tento režim umožňuje měření koncentrace pouze sedmnácti látek, a to acetonu, akroleinu, amoniaku, benzenu, chlorbenzenu, sirouhlíku, kyseliny octové, ethanolu, sulfanu, hexanu, hydrazinu, isobutylenu, styrenu, toluenu, toluylendiisokyanátu, trichlorethylenu a vinylchloridu.

V režimu PID lze koncentraci stanovit za předpokladu, že předem víme, o jakou látku se jedná, a že měřená látka je ve vzduchu přítomna sama nebo její koncentrace převyšuje koncentraci ostatních přítomných nebezpečných plynů a par.

Měřicí režim nastavím, kdy v menu levým tlačítkem naleznou funkci PID ONLY a opět pravým tlačítkem potvrdím. V dialogovém okně se objeví nápis YES, který opět potvrdím pravým tlačítkem. Začínáme měřit v režimu PID. Dále v menu zvolíme, kterou látku chceme měřit.

Při měření v režimu PID se na displeji ukazuje název, popřípadě symbol měřené látky, hodnota její povolené koncentrace a její naměřená koncentrace v jednotkách ppm (například aceton, povolená koncentrace pro 4 hodinový pobyt bez ochrany dýchacích cest ETW 500.0 ppm, naměřená koncentrace 0 ppm). Stejně jako v režimu GDA funguje automatické ředění a lze provádět monitorování zdrojů a monitorování prostředí.

Chceme-li se vrátit zpět do režimu GDA, je zapotřebí označit v menu režim PID ONLY a potvrdit pravým tlačítkem [2].

5.1.4. Měření v režimu IMS

Pokud při měření v režimu GDA přístroj zaznamená nebezpečnou bojovou látku, je nutné pro vyloučení falešných signálů přejít do režimu měření samotným spektrometrem pohyblivosti iontů (režim IMS).

Režim IMS nastavíme pomocí funkce IMS ONLY a pravým tlačítkem potvrdíme. Opět se objeví dialogové okno, kde potvrdíme YES. Přístroj se vypne a zapne a začíná pracovat v režimu IMS. Po testech se objeví tři řádky označené písmeny G (látky s pozitivní detekcí v kladném módu – jedná se o nervově paralytické otravné látky), H (látky s pozitivní detekcí v záporném módu – zpuchýřující otravné látky) a T (jiné toxické látky). Při pozitivní detekci bojové látky se na daném módu objeví symbol látky a formou sloupcového diagramu její množství. V režimu IMS přístroj identifikuje následující bojové otravné látky těmito symboly:

Tabun	GA
Sarin	GB
Soman	GD
Cyklosarin	GF
Látka VX	VX
Sulfidický yperit	HD
Dusíkatý yperit	HN
Lewisit	L
Kyanovodík	AC
Chlorovaný uhlovodík	CLX

Chceme-li přejít zpět do režimu GDA, musíme přístroj vypnout a opět zapnout [2].

5.1.5. Údržba a kontrola správné funkce přístroje

Z důvodu kontroly funkčnosti přístroje je třeba provést Sensorcheck. Tento test slouží k zjištění funkčnosti senzorů pomocí testované látky. Tento test provedeme vstupem do menu, kde se nachází položka SYSTEMCHECK a potvrdíme pravým tlačítkem, dále levým

tlačítkem označíme SENSORCHECK a potvrdíme. Po ukončení promývání přístroje vložíme nástavec a do něj vialku s testovací látkou. Přístroj provede automaticky test látky na jednotlivých detektorech. V případě bezchybné odezvy detektorů se objeví nápis operating test successful!

Dále tento přístroj umožňuje provést kalibraci průtoku (v menu funkce SYSTEMCHECK a poté FLOW CALIBR, to potvrdíme). Opět vložíme nástavec a na vyžádání přístroje vložíme do nástavce vialku s testovací látkou. Přístroj automaticky provede nulování a pak čtyřnásobné opakování měření, kdy se ředění pomalu snižuje. Je-li kalibrace provedena úspěšně, na displeji se objeví nápis SAVE CALIBRATION.

Kontrola těsnosti radionuklidového zářiče se v souladu s § 82 vyhlášky č. 307/2002 Sb. provádí autorizovanou firmou v časových intervalech stanovených touto firmou a uvedených ve vydaném osvědčení. Osvědčení radionuklidu je třeba archivovat.

5.2. Ramanův spektrometr First Defender

Přenosný Ramanův spektrometr First Defender (obr. č. 16) slouží k identifikaci neznámých pevných látek, kapalin, prášků, gelů a pastovitých hmot. Identifikace se provádí na základě porovnání spekter, která jsou uložena v knihovně přístroje.

Přístroj pracuje na principu Ramanovy spektrometrie, kdy je vzorek ozařován monochromatickým laserovým paprskem a rozptýlené záření je detekováno na základě vlnových délek. Toto spektrum představuje závislost intenzity rozptýleného záření na rozdílu energie mezi laserovým paprskem a rozptýleným zářením. Přístroj změří Ramanovo spektrum analyzované látky a to je srovnáno s referenčními spektry uloženými v knihovně přístroje. Na základě výběru nejpodobnějšího spektra je provedena identifikace [3].

Tento přístroj dokáže z hlediska chemického identifikovat široké spektrum organických i anorganických látek, jako jsou toxické průmyslové škodliviny, bojové otravné látky, výbušiny, drogy, pesticidy, ropné produkty, plasty, organická i anorganická hnojiva, bílé prášky a jiné. Není schopen identifikovat všechny látky, např. biatomové molekuly s iontovými nebo iontově polárními vazbami, kovy a většinu kovových prvků, vodu, bílkoviny, vysoce fluoreskující sloučeniny (vysoce zářivé sloučeniny), B-agens, plyny a látky, jejichž referenční spektrum není uloženo v knihovně přístroje.

Z hlediska skupenství měřené látky je identifikace a měření bezproblémové u jakýchkoliv kapalin. U pevných látek vznikají problémy vyplývající z polohy ohniska

laserového paprsku. Měření je nastaveno tak, že u kapalin se ohnisko nalézá uvnitř a u pevných látek na povrchu. Znamená to, že čím je látka tmavší, tím dochází k většímu pohlcování paprsku, čím je látka lesklejší, tím více odráží záření paprsku. V obou případech měření trvá déle nebo látku nelze vůbec identifikovat. Tyto problémy vznikají především s látkami černými, tmavě modrými a tmavě zelenými. Naopak látky tmavě červené nebo tmavě fialové identifikovat lze bez obtíží.

Spektrometr naprosto spolehlivě umí rozlišit izomery látek a správně určuje polohy atomu chlóru v chlorovaných uhlovodících. Také umí identifikovat jednotlivé složky směsi látek. Při identifikaci látek je výhodou, když je látka v průhledné ampuli nebo nádobě. Měření může probíhat přes uzavřenou ampuli nebo nádobu, čímž lze předcházet možné kontaminaci.

Pro identifikaci výbušnin nebo černých prachů lze bezpečnost práce zvýšit použitím dálkové sondy. Měření je výrobcem zakázáno z důvodu možného výbuchu a následného poškození přístroje.

Z uživatelského hlediska je největší výhodou tohoto přístroje možnost použití v terénu v místě události. Přístroj je připraven k měření po zapnutí během jedné minuty a pokud není požadavek na speciální ukládání měření či označení, je přístroj schopen měřit okamžitě. Látku je tak možno identifikovat během několika sekund až minut. Rychlost měření závisí pouze na intenzitě Ramanova rozptylu a na fluorescenci látek.

Identifikaci látky lze provádět i přes obaly, které jsou průhledné, mléčné, barevné, tmavé sklo, také přes plastové sáčky apod. Tím pádem nám odpadá odběr vzorků pro analýzu neznáme látky.

Přístroj je odolný vůči vibracím a je schopen měřit při teplotě 60 °C a relativní vlhkosti 95 %, přibližně po dobu 48 hodin.



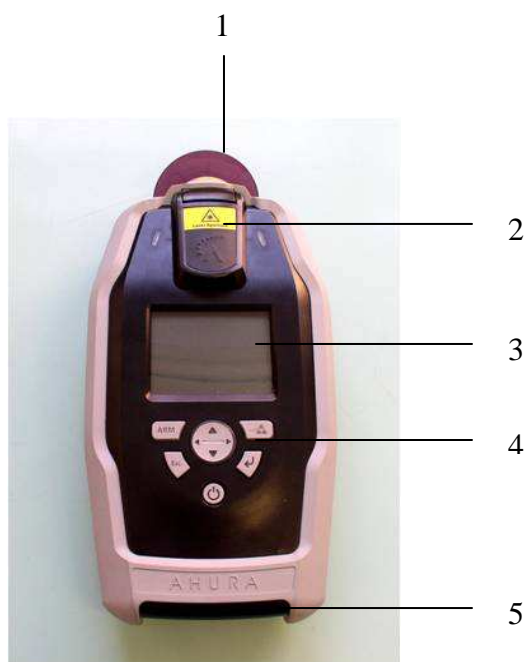
Obr.č.16 – Ramanův spektrometr First Defender

5.2.1. Popis přístroje

V horní části přístroje je umístěn laserový průzor a drážka pro umístění snímací hlavy. Dále se v přední části nachází otevíratelný vstup pro vzorky umístěné ve vialce (viz obr. č. 17). Pro zobrazení výsledků a průběhu měření slouží displej přístroje. Ve spodní části Ramanova spektrometru se nachází otevíratelná dvířka, za nimiž je umístěn bateriový prostor, prostor pro vložení CF karty a zástrčka pro síťový adaptér. Přístroj může být napájen baterií zaručující provoz přibližně po dobu 5 hodin anebo ze sítě prostřednictvím síťového konektoru.

Veškeré ovládání přístroje se provádí pomocí šesti tlačítek s následujícími funkcemi:

- tlačítko se šipkami slouží pro pohyb v jednotlivých menu přístroje a pro zadávání hesla při spouštění laseru,
- tlačítko ARM se používá pro spuštění laseru a poté je uživatel vyzván k zadání hesla,
- tlačítko ESC se používá pro návrat o jeden krok zpět,
- tlačítko ϕ slouží k zapnutí a vypnutí přístroje,
- tlačítko ↵ slouží pro potvrzení volby v menu nebo jako klávesa enter,
- tlačítko Δ nám signalizuje rychlé skenování.



1. Laserový průzor se snímací hlavou
2. Prostor pro vkládání vialek
3. Displej
4. Ovládání přístroje
5. Prostor pro vkládání baterie a karty

Obr.č.17 – Ramanův spektrometr First Defender

Přístroj má vestavěný počítač, který vyhodnocuje signál spektrometru při měření a vyhodnocuje, o jakou látku se jedná. Přístroj je schopen pracovat při teplotách od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2.2. Měření přístrojem

Po spuštění přístroje a zvolení způsobu napájení je potřeba spustit laser, abychom mohli provádět analýzu neznámé látky. Spuštění přístroje trvá cca jednu minutu. Po zapnutí laseru a zadání hesla se objeví oranžový nápis ACCEPTED, tzn. že přístroj je připraven k měření.

Abychom věděli, kdy a kde jsme prováděli měření, je možné si v hlavním menu nastavit adresář pro uložení. V menu si vyhledáme položku SCAN a potvrdíme tlačítkem enter. Poté se objeví okna s nápisy SELECT SESSION (zvolit již zadaný adresář) nebo NEW SESSION (nový adresář), ten si pojmenujeme podle potřeb pomocí šipek. Nedojde-li k nastavení nového adresáře, ukládá se měření do původně nastaveného příkazu.

Měření můžeme provádět dvěma základními postupy. První je měření ve vialce, které nám umožňuje měření kapalných, pevných i pastovitých vzorků. Je-li tento způsob možný, dává se mu přednost. Vialka se vloží do vialkového prostoru a vytáhne se pomocí stlačení

tlačítka eject. Vialku je při měření nutno naplnit tak, aby prostor mezi vzorkem a vnitřní stěnou byl zaplněn a nenacházel se zde vzduch. Provádíme-li měření kapalin, je jejich minimální množství 0,5 ml; u pevných vzorků se množství pohybuje okolo 3 mm výšky vialky.

Druhým způsobem měření je přímý postup, kdy do drážky v horní části vložíme snímací hlavu, která má 2 polohy a vzorek se může měřit přímo nebo přes skleněný či plastový obal.

Pro zahájení měření je potřeba v menu zvolit položku SCAN a potvrdit. Poté se objeví další menu, kde volbou GO odstartujeme měření. Během měření se na spodním řádku displeje zobrazuje stav baterie, příp. zdroj napájení, používáme-li vialku, objeví se symbol V, a čas zbývajících do konce měření. Je-li tento čas nereálný, znamená to, že látka nevykazuje interpretabilní Ramanovo spektrum, anebo látka vykazuje přílišnou fluorescenci. Měření můžeme ukončit.

Dojde-li k naměření nějakých hodnot, zobrazí se výsledky na displeji ve formě názvu identifikovatelné látky. Výstup z přístroje je možný pěti způsoby:

- na displeji se objeví pouze jeden název v zeleném poli, tzn. že přístroj jednoznačně přiřadil změřené spektrum jedné látky,
- na displeji se může objevit více názvů v zeleném poli s procenty, které naznačují jaká je pravděpodobnost toho, že se jedná o danou látku,
- při zobrazení mixture a několika látek v modrém poli, se nejedná o jednu látku, ale o směs, kdy jednotlivá procenta označují podíl jednotlivých složek v měřené látce. V některých případech nelze údaje porovnat s položkami v knihovně, proto součet procent jednotlivých položek nemusí dávat 100 %,
- dále se může objevit jeden nebo více názvů v červeném poli, což znamená, že přístroj přiřadil změřenému spektru jedno nebo více spekter, ale pravděpodobnost podobnosti je velmi nízká,
- a nakonec se na displeji může zobrazit nápis NO MATCH FOUND na červeném poli. To znamená, že látce nebylo přiřazeno žádné spektrum a látka nebyla identifikována [9].

Po provedení měření a identifikace látky si můžeme její vlastnosti prohlédnout přímo na displeji, kde se kromě názvu zobrazí její vlastnosti, její CAS kód, doporučení jak nakládat s danou látkou a další. Nevýhodou je, že databáze je uvedena v anglickém jazyce. Doporučil

bych spolupráci s operačním střediskem kraje, popřípadě s programem pro identifikaci nebezpečných látek, jako je například Medisalarm.

5.2.3. Údržba a kontrola přístroje

Tento přístroj byl konstruován jako bezúdržbový a veškerá činnost spočívá v čištění přístroje a nabití baterie. Čištění se provádí pomocí měkkého hadříku navlhčeného ve vodě nebo etanolu. Dekontaminaci můžeme provádět pomocí 5 % roztoku chlornanu sodného. Při provádění údržby musí být přístroj vypnut.

Kontrolu provádíme spuštěním přístroje, zjišťujeme, zda je zdroj dostatečně nabit a pomocí kontrolních látek zjišťujeme, zda správně měří. Je doporučeno provádět kontrolní měření minimálně na dvou vzorcích. Jednou za rok se doporučuje zaslat přístroj do servisního střediska [3].

6. Zásah na nebezpečnou látku

Požár na D1

Dne 2. září 2004 v 17:56 hod byl na krajské operační a informační středisko (KOPIS) HZS kraje Vysočina nahlášen požár kamionu na 121,5 km dálnice D1 ve směru na Prahu. Jednalo se o dopravní nehodu tahače typu Scania s cisternovým návěsem, který převážel 33 000 litrů kapalné chemické látky. Cisterna se při předjíždění pravděpodobně dostala do kolize s kamionem jedoucím před ní, dostala se do smyku a následně došlo k jejímu převrácení napříč celého dálničního tělesa ve směru na Prahu. Okamžitě po převrácení došlo k výbuchu a následnému požáru cisterny. Řidič cisterny na místě zahynul.

Jako první k místu události vyjížděla jednotka ze stanice Jihlava zároveň s osádkou zdravotnické záchranné služby kraje Vysočina. Již za jízdy bylo zřejmé, že se jedná o rozsáhlý požár, neboť již ze vzdálenosti přibližně 10 kilometrů od místa události byly vidět dva vysoké sloupy hustého černého kouře. Velitel zásahu proto okamžitě žádal KOPIS o vyslání dalších jednotek. Jednotka stanice Jihlava nejprve provedla průzkum místa požáru na 120. km dálnice D1, kde vytékala hořlavá kapalina z kanalizace a plocha požáru zde byla asi 20 x 20 metrů. Po zjištění, že zde nejsou požárem bezprostředně ohroženy osoby, pokračovala jednotka v jízdě k místu události na 121,5. km D1. Zde bylo průzkumem zjištěno, že hoří tahač s návěsem cisterny na ploše přibližně 16 x 15 metrů a stráž podél dálnice na ploše asi 100 x 12 metrů. Tato událost byla rozdělena do třech úseků.

První úsek byl na 121,5. km dálnice D1, kde zasahovalo celkem 6 jednotek pomocí C proudů a později bylo rozhodnuto o nasazení pěnových proudů. Průběh zásahu byl komplikován především obrovským žářem, který značně rozrušoval vytvořený koberec těžké pěny a znemožňoval dostat celý požár cisterny pod kontrolu. Vystal problém s identifikací převážené látky, neboť do uhašení požáru nebylo možné získat informace z žádné z bezpečnostních tabulek s označením UN kódu. Později bylo zjištěno, že se pravděpodobně jedná o trimethylpenten (UN 3295). Jak ovšem uvedl majitel návěsu, cisterna převážela technický benzín, což následně potvrdila akreditovaná chemická laboratoř v Tišnově.

Zhruba hodinu po zahájení hasebních prací se podařilo dostat hořící cisternu i prostor podél dálnice pod kontrolu.

Druhý úsek byl zřízen na 120. km dálnice D1, kde zasahovaly tři jednotky PO. Hořící kapalina odtékala pod dálničním tělesem z místa události na místo vzdálené asi 1,5 km, kde vytékala zpod dálnice a hořela vysokou intenzitou s uvolňováním velkého množství tepla.

Jednotky po příjezdu ihned nasadily roztržštěné proudy, ale hašení bylo neúčinné. Poté provedli hasební zásah pomocí těžké pěny.

Hořící kapalina dále odtékala do kanalizace ve směru k obci Kozlov, kde následně došlo k několika sériovým výbuchům v kanálových otvorech. Výbuchy, které se několikrát opakovaly, byly velmi intenzivní a kanálové skruže i víka byly odmrštěny několik metrů do výšky a došlo k jejich destrukci. Vzhledem k nebezpečnosti situace došlo k zajištění celé oblasti proti přítomnosti civilních obyvatel. Bylo nutno zjistit, v jakém nebezpečí se nacházejí občané obce Kozlov.

V třetím úseku se prováděl zásah na Kozlovském potoce, kde zasahovaly 3 jednotky PO. Ty zde pokládaly sorbční hady a norné stěny a prováděly monitoring toku Kozlovského potoka a řeky Jihlavy.

Ve 21:24 hodin se na místo události dostavil pracovník firmy Dekonta a odebral vzorky hořlavé kapaliny pro potřeby laboratoře Dekonty a laboratoře v Tišnově, kam byly vzorky ihned odvezeny. Chemická analýza potvrdila, že se jedná o směs alifatických uhlovodíků, jejichž destilační křivka odpovídá lehčím frakcím benzínů.

Společnost Čepro odčerpala asi 6 000 litrů kapaliny z cisterny. Firma Šlapanov a.s. prováděla odčerpávání kanalizačních šachet od 121. kilometru až po 120. kilometr a z vyústění kanalizace.

Vlastní likvidace požáru, včetně asistence při přečerpávání zbytků hořlavé kapaliny, byla stanovena velitelem zásahu na 3. září 2004 v 2:15 hodin a ve 2:23 hodin bylo místo předáno Policii ČR, která plně zprůjezdnila dálnici D1 ve směru na Brno.

Zásahu se zúčastnilo čtrnáct složek IZS, zástupců orgánů státní správy a dalších zainteresovaných subjektů. Celkem zasahovalo dvanáct jednotek PO, 22 požárních zásahových automobilů a 70 hasičů. Bylo spotřebováno 105 000 litrů vody a 2 500 litrů pěnidla. Škoda na cisterně byla vyčíslena na 2 990 000 korun a opravy povrchu dálnice, který se při explozi a následnému požáru rozpadl, byly vyčíslen na 3 000 000 korun. Škoda na kanalizaci vyčíslena nebyla.

Zásah komplikoval velký počet přihlížejících diváků. Dalším problémem byl nesprávný UN kód, kterým byl označený náklad. Na cisterně byl použit UN kód 3295, který odpovídá látce trimethylpenten, což je vysoce karcinogenní látka. S přihlédnutím k těmto informacím muselo být k látce přistupováno s maximální ochranou. Pokud by byly jednotky již dříve vybaveny dnešními analyzátory, byly by schopny identifikovat látku samy během několika minut po odebrání vzorků. Identifikaci by mohla být provedena pomocí Ramanova

spektrometru, kterým jsou nyní opěrné jednotky vybaveny. Snížil by se tak čas na stanovení taktických postupů jednotek PO [7].

Únik Merkaptanu

Dne 23.2.2009 ve 13:26 hodin KOPIS Jihlava vyhlásilo poplach jednotce Havlíčkova Brodu, že v mateřské škole došlo k úniku plynu. K události vyjela jednotka o počtu 3+1, dále byla povolána plynárenská havarijní služba. Po příjezdu na místo události cítili příslušníci silný zápach po zemním plynu v okolí mateřské školy. Jednotka provedla uzavření hlavního uzávěru plynu ve škole. Uvnitř budovy se zápach nevyskytoval. Jednotka provedla měření pomocí přístroje Oldham a Dräger X-AM 2000, který ve školce i jeho okolí nic nenaměřil. Ve spolupráci s havarijní plynárenskou službou bylo zjištěno, že ve školce a ani v jejím okolí zemní plyn neuniká. Ale zápach byl neustále cítit a to po celé čtvrti přiléhající k ulici Jihlavská. K události byl povolán technik chemické služby místního územního odboru, který prováděl ve spolupráci s havarijní plynárenskou službou pátrání po možném úniku zemního plynu za kontinuálního měření pomocí dvou přístrojů Oldham a jednoho přístroje Dräger X-AM 2000. Měření bylo stále negativní. Později se zjistilo, že se zápach šíří z haly pronajaté společností Ecowaste s.r.o. zaměřené na likvidaci odpadů z ředidel. Jednatel společnosti vysvětlil, že se nejedná o únik zemního plynu. K šíření zápachu došlo po otevření sudu s nápisem Merkaptan, což je příměs, která se dodává do zemního plynu jako odorant. Sudy s látkou byly zajištěny a ochrannou folií zajištěny proti dalšímu šíření zápachu. Příslušníci opět provedli měření pomocí přístroje Oldham, výsledek byl negativní. S látkou přišlo do kontaktu celkem pět pracovníků firmy, kteří používali jako ochranný prostředek dýchacích cest pouze respirátory. Jednatel firmy byl poučen, aby informoval své zaměstnance, že v případě jakýchkoliv zdravotních potíží mají neprodleně vyhledat lékařské ošetření.

Vzhledem k charakteru látky byl informován odbor životního prostředí, hygienická služba a zástupci města. Na místo byla také povolána chemickoradiologická laboratoř Tišnov k odběru vzorků a ověření identifikace látky a krajský chemik ze stanice Jihlava. Následně byli v nemocnici hospitalizováni dva zaměstnanci firmy a zbylým třem bylo doporučeno, aby se dostavili k lékařskému vyšetření. Chemická laboratoř Tišnov ve spolupráci s jednotkou ze stanice Havlíčkův Brod provedla za použití protichemických oděvů a dýchacích přístrojů odběr látky k přesné analýze a po rozboru vzorků potvrdila, že se skutečně jedná o Merkaptan a Tetrahydrothiophen.

Dne 24. 2. 2009 provedly jednotky v protichemických oblecích průzkum před předáním místa zásahu odborné firmě k likvidaci látky pomocí přístroje GDA 2. V hale bylo naměřeno 300 ppm sirovodíku, který vzniká reakcí merkaptanu se vzduchem, a 500 ppm acetonu, který byl součástí likvidovaných ředidel. Koncentrace plynů, kterou přístroj GDA 2 naměřil, by měl být schopen detekovat i explozimetr a analyzátor sirovodíku GasAlert, ale žádná hodnota pomocí tohoto přístroje naměřena nebyla. V okolí haly a ani v ulicích nebyla již pomocí přístroje GDA 2 žádná koncentrace detekována.

Místo zásahu bylo předáno firmě a jednotky se vrátily zpět na základnu. Následně jednotka ještě 3 dny prováděla monitoring v okolí haly, vždy s negativním výsledkem. Na této události lze ukázat, že přístroj GDA 2 má citlivější senzory oproti běžným přístrojům používaným u Hasičských záchranných sborů České republiky [12].

7. Srovnání přístrojů

Vzhledem k tomu, že neexistuje žádný měřicí princip, který by vyhovoval všem podmínkám, jenž mohou u mimořádné události nastat, je důležité pro danou situaci zvolit vhodnou metodu měření a přístroj. Při výběru detektoru záleží na:

- druhu látky, kterou budeme analyzovat,
- druhu doprovázejících látek,
- účelu použití,
- požadovaném rozsahu měření,
- požadavcích na přesnost měření,
- požadavcích na údržbu,
- vlivu pracovního prostředí,
- ceně a dostupnosti,
- servisu.

Budeme-li k detekci používat Ramanův spektrometr, musíme si uvědomit, že tento analyzátor se používá k detekci pevných a kapalných látek. Největší problém pro tyto přístroje jsou různé druhy směsí. Příkladem je kyselina pikrová, kterou Ramanův spektrometr rozpozná bez problému, ale nacházeli se tato kyselina v ethanolu již její přítomnost nerozpozná. Pouze identifikuje ethanol a po vytvoření roztoku neidentifikuje ani ethanol. Je tedy důležité být při interpretaci různých výsledků opatrný, a je potřeba měření provádět minimálně dvakrát pro potvrzení výsledků. Celkově přístroj je schopen identifikovat přibližně 8 000 látek. Údržba je velice snadná (viz kapitola 4.2.3) a životnost přístroje je bez omezení. Do servisu se tento přístroj posílá pouze v případě poškození. Pořizovací náklady se pohybují okolo 1 200 000 Kč.

Dalším analyzátozem, kterým hasičské záchranné sbory disponují je multikomponentní analyzátor GDA 2. Tento přístroj se používá pro detekci nebezpečných plyných látek a je schopen identifikovat přibližně 80 plyných látek. Opět velkým problémem při identifikaci nebezpečných plyných látek je určování neznámých složitých směsí. Tento analyzátor je také vhodný pro identifikaci bojových látek. Přístroj GDA 2 je náročný na provoz. Jednou za rok je nutno vyměnit elektrochemickou celu, přístroj zaslat na kontrolu těsnosti uzavřeného zdroje a po 500 hodinách provozu je potřeba vyměnit filtr nulového plynu a filtr proti vlhkosti. Což zvyšuje náklady na provoz, protože elektronická cela se pohybuje okolo 8 000 Kč, kontrola těsnosti 4 080 Kč, filtr nulového plynu stojí 12 500 Kč a filtr proti vlhkosti 11 500 Kč. Ostatní údržba je snadná, více je uvedeno v kapitole 4.1.6.

Životnost tohoto přístroje je pouhých 15 let. Pořizovací náklady jsou 1 600 000 Kč a připočítáme-li náklady na provoz za celou dobu jeho životnosti, cena se vyšplhá až na 1 900 000 Kč.

Z hlediska využitelnosti u Hasičského záchranného sboru je pro detekci nebezpečných koncentrací plyných látek nejvhodnější využívat multiplynové detektory, které jsou svou obsluhou jednoduché. Náklady na provoz těchto zařízení jsou minimální, pouze jednou za 180 dnů je nutno provést kalibraci senzorů. Proškolený obsluhovač může kalibraci provést sám pomocí kalibračního plynu, cena plynu je 8 000 Kč a jeho výdrž se pohybuje okolo 1 roku, záleží na množství přístrojů, které se kalibrují. Životnost jednotlivých senzorů je dva až tři roky, cena jednoho senzoru se v průměru pohybuje okolo 4 500 Kč. Výjimku tvoří senzor čpavku, jehož cena je 18 000 Kč. Principy senzorů především explozimetrů, které pracují na universálním principu katalytického spalování hořlavých plynů jsou velice spolehlivé. V případě poruchy těchto přístrojů je oprava bezproblémová a rychlá, protože většina distributorů a servisních středisek se již nachází v České republice.

Přístroje pro identifikaci nebezpečných bojových látek, které se využívají u HZS, jsou velice jednoduché pro obsluhu a interpretaci výsledků. Nejčastěji využívaným přístrojem je CHP 71. Tento přístroj je bezúdržbový a jeho provoz je levný. Je potřeba mít pouze dostatečně nabitý zdroj a vhodné detekční trubičky pro identifikaci nebezpečné látky. Nevýhodou je, že spolehlivost měření u detekčních trubiček je pouze 50 %. Další pochybení může způsobit lidský faktor při porovnávání měřené detekční trubičky s kontrolní. Výsledek není interpretován na displeji nebo v počítači jako u nových přístrojů, kde se nám výsledek zobrazí. Proto bych doporučil využít novějších přístrojů, které se na trhu nacházejí.

Závěr

S rostoucím průmyslem a vývojem různých chemických látek je zapotřebí se zabývat otázkou detekce a analýzy těchto látek. Přestože prevence v průmyslu i dopravě roste, nikdy nelze stoprocentně zabránit všem nehodám. Potvrzuje to i statistika za rok 2009, podle které Hasičské záchranné sbory České republiky vyjízděly celkem k 925 událostem na únik nebezpečné chemické látky a k 4991 událostem na únik ropných produktů.

Detektory a analyzátory, které HZS ČR používají, slouží k identifikaci neznámé chemické látky a k měření koncentrací látek při různých mimořádných událostech. Včasná identifikace umožní určit taktické vedení zásahu a tím pádem snížit následky události.

Cílem této práce bylo poukázat na využití nových analyzátorů GDA 2 a Ramanova spektrometru First Defender, popsat doposud nejčastěji využívané detektory u HZS a jejich principy měření.

V první části své práce jsem se zabýval definicí nebezpečných látek, jejich dělením a následně jsem uvedl rozdělení detekčních přístrojů a vysvětlil jejich detekční principy.

Ve druhé části této práce jsem vyhodnotil události na nebezpečnou látku v roce 2009. Zároveň jsem porovnal počet zásahů na nebezpečnou látku v letech 2008 a 2009. Počet událostí na únik nebezpečné chemické látky poklesl v roce 2009 o 10 % a počet událostí na únik ropných produktů zaznamenal pokles o 4 %, přestože počet celkových událostí za rok 2009 vzrostl o necelé 3 %. Od roku 2006 je patrný mírný pokles zásahů na nebezpečné chemické látky: v roce 2006 bylo 1156 událostí, v roce 2007 bylo 1142 událostí, v roce 2008 HZS ČR zasahovaly již na 1024 těchto událostí a v roce 2009 se počty zásahů na nebezpečnou látku snížil na 925. Dále v této části jsem vybral a popsal nejčastěji užívané detektory u HZS ČR. Vycházel jsem z informací poskytnutých jednotlivými Hasičskými záchrannými sbory všech krajů.

V třetí části této práce jsem se zabýval novými přenosnými analyzátory a jejich využitím u Hasičských záchranných sborů. Popsal jsem přístroje GDA 2 a Ramanův spektrometr a vysvětlil jejich principy měření. Zároveň jsem se věnoval dvěma událostem. Při požáru cisterny na dálnici D1 v roce 2004 vznikl problém v identifikaci nebezpečné látky, protože se ještě nevyužívaly výše zmíněné přenosné detekční analyzátory. Při zásahu na únik merkaptanu v Havlíčkově Brodě nebyly běžné detekční přístroje schopny žádnou látku identifikovat, díky pozdějšímu použití analyzátoru GDA 2 byla látka detektována. V závěru jsem provedl zhodnocení těchto detekčních přístrojů z hlediska pořizovacích nákladů a obsluhy.

Přestože přístroje GDA 2 a Ramanův spektrometr mají ve srovnání s běžnými detektory vysoké pořizovací náklady, a to 1 600 000 Kč resp. 1 200 000 Kč. Cena běžných detektorů se pohybuje okolo 20 000 Kč. Nové přístroje jsou však krokem kupředu v identifikaci chemických látek, které nebylo možno pomocí běžných přístrojů analyzovat. Vzrostl počet neznámých látek, které je možno na místě zásahu identifikovat a včas rozhodnout jak bude probíhat zásah z hlediska taktiky nasazení sil a prostředků.

Na závěr bych chtěl podotknout, že vývoj detekční techniky není u konce, a my se v budoucnu budeme setkávat s novými přenosnými analyzátory chemických látek.

Literatura

- [1] IVANA BÁRTLOVÁ.: *Nebezpečné látky I*. 2 vydání edice SPBI spektrum 24, Ostrava 2005
- [2] Ing. TOMÁŠ ČAPOUN, Csc; plk.Ing. JANA KRAKORKOVÁ, Csc.: *Identifikace a stanovení nebezpečných plynů a par detektorem GDA 2*, Lázně Bohdaneč 2008.
- [3] Ing. TOMÁŠ ČAPOUN, Csc; plk.Ing. JANA KRAKORKOVÁ, Csc.: *Terénní identifikace nebezpečných látek přenosným Ramanovým spektrometrem*, Lázně Bohdaneč 2008.
- [4] CHEMAHAZÍN s.r.o.: *Chemagazín číslo 6/2006, ročník XVI*, Pardubice 2006
- [5] MV – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR.: *Časopis 112 – odborný časopis požární ochrany IZS a ochrany obyvatelstva číslo 1/2009*, Praha 2009.
- [6] MV – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR.: *Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru ČR*, Praha 2007.
- [7] MV – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR.: *Časopis 112 – odborný časopis požární ochrany IZS a ochrany obyvatelstva číslo 12/2004*, Praha 2004.
- [8] *Nařízení vlády 258/2001 Sb. kterými se stanoví postup hodnocení nebezpečných chemických látek a chemických přípravků, způsobu jejich klasifikace, označování a vydání seznamu dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek*, Praha 2001
- [9] RMI, s.r.o.: *Stručný návod k obsluze přenosného Ramanova spektrometru First Defender*, Lázně Bohdaneč 2008.
- [10] *Vyhláška 247/2001 Sb. o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany*, Praha 2001

- [11] **Zákon 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů**, Praha 2003
- [12] *Zpráva o zásahu evidenční číslo 6109000790*, Havlíčkův Brod 2009.
- [13] <http://www.detekceplynu.cz> [2010-13-1]
- [14] <http://chromservis.cz/item/electrochemical?lang=CZ> [2010-1-12]
- [15] http://jonatan.spse.pilsedu.cz/~mazanec/principy_analyzatoru_plynu.htm [2010-1-28]
- [16] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=5802> [2010-3-8]
- [17] http://www.draeger-safety.cz/STms/internet/site/MS/internet/CZ-cz/ms/Products/Detection/Portable/SingleGas/PacEx2/pd_pacex2.jsp [2009-20-12]
- [18] <http://www.oldham.cz/html/mx21.htm> [2010-1-15]
- [19] <http://www.gasmonitors.cz/Detektory-plynu.html> [2010-1-21]
- [20] http://www.draeger-safety.cz/STms/internet/site/MS/internet/CZ-cz/ms/Products/Detection/Portable/portable_instruments.jsp [2010-2-20]
- [21] <http://www.vf.cz/produkty/radiacni-kontrola-a-ochrana/laboratorni-a-prenosne-pristroje/radiometr-rp-2000.html> [2010-1-21]
- [22] http://www.empos.sk/index.php?pg=6&tname=ion_zareni [2010-1-21]
- [23] <http://www.oritest-group.com/products.php> [2010-2-17]
- [24] <http://www.csla.cz/prostredky/chp71.htm> [2010-2-1]
- [25] http://www.rmi.cz/index.php?ref=7&child_id=338 [2010-2-1]